

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-179593

(43)Date of publication of application : 11.07.1997

(51)Int.Cl. G10L 9/18
G10L 9/14
H03M 7/30

(21)Application number : 07-339492

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 26.12.1995

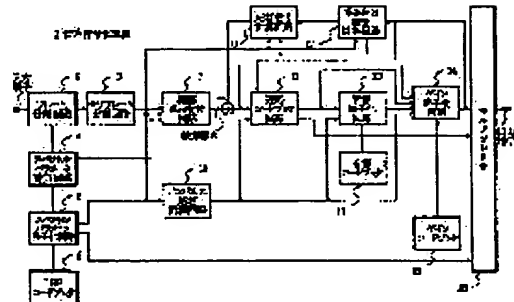
(72)Inventor : OZAWA KAZUNORI

(54) SPEECH ENCODING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a voice encoding device with less amount of search operation and memory size and less degradation of sound quality by providing a function to search at least one of code vectors while shifting its position, when a sound source quantizing part searches for a code book.

SOLUTION: This device is provided with a spectral parameter calculation part 4 to obtain a spectral parameter from an input voice signal to quantize, and a sound source quantizing part 12 to search for a code book 13 storing a sound source signal of the voice signal beforehand and quantizes to output it. And when a sound source quantizing part 12 searches for a sound source code book 13, it searches for it while shifting a sample position of at least one of the code vectors. And if a size of the entire code book is expressed by B bits and a shift amount is expressed by A bits, the size of the code book to be stored becomes not B bits but B-A bits and this can decrease a memory size necessary for a storage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.07.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-179593

(43)公開日 平成9年(1997)7月11日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L	9/18		G 1 0 L	9/18 E
	9/14			9/14 G
H 0 3 M	7/30	9382-5K	H 0 3 M	7/30 B

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平7-339492

(22)出願日 平成7年(1995)12月26日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 小澤 一範

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

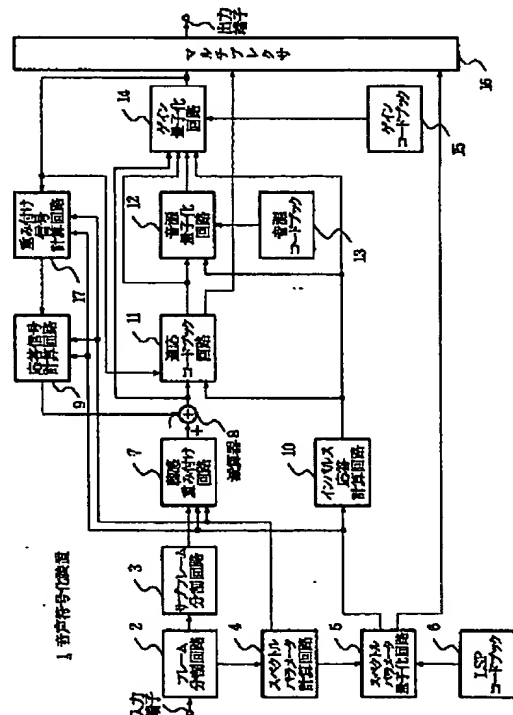
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 音声符号化装置

(57)【要約】

【課題】探索演算量とメモリ量を減少させても音質の劣化の少ない音声符号化装置を提供すること。

【解決手段】音源量子化部12が、音源コードブック13を探索するときに、音源コードブック13に格納されたコードベクトルの少なくとも一つについて位置をシフトさせながら探索する。音源コードブック全体の伝送すべきインデックスをBビット、シフト量をAビットとすると、音源コードブック13は、(B-A)ビットのサイズである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力した音声信号からスペクトルパラメータを求めて量子化するスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを用いて前記音声信号の音源信号を予め格納してあるコードブックを探索し量子化して出力する音源量子化部とを有する音声符号化装置において、前記音源量子化部が前記コードブックを探索するときにこのコードブックに格納してあるコードベクトルの中の少なくとも一つについて位置をシフトさせながら探索する機能を有することを特徴とする音声符号化装置。

【請求項2】 入力した音声信号からスペクトルパラメータを求めて量子化するスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを用いて前記音声信号の音源信号を予め格納されたコードブックを探索して量子化して出力する音源量子化部とを有する音声符号化装置において、前記音声信号をフレーム単位に聴感重み付けを行った聴感重み付け信号からモードを判別しモード情報を出力するモード判別部と、前記音源量子化部が前記コードブックを探索するときに予め定められたモードではコードブックに格納されたコードベクトルの少なくとも一つについて位置をシフトさせながら探索する機能を有することを特徴とする音声符号化装置。

【請求項3】 入力した音声信号からスペクトルパラメータを求めて量子化するスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを用いて前記音声信号の音源信号を予め格納されたコードブックを探索して量子化して出力する音源量子化部とを有する音声符号化装置において、前記音声信号をフレーム単位に聴感重み付けを行った聴感重み付け信号からモードを判別しモード情報を出力するモード判別部と、前記音源量子化部が前記コードブックを探索するときに前記コードブックに格納されたコードベクトルの少なくとも一つについて位置をシフトさせる量を前記モード情報に応じて変化させながら探索する機能を有することを特徴とする音声符号化装置。

【請求項4】 入力した音声信号からスペクトルパラメータを求めて量子化するスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを用いて前記音声信号の音源信号を予め格納してあるコードブックを探索し量子化して出力する音源量子化部とを有する音声符号化装置において、前記音源量子化部が前記コードブックを探索するときにこのコードブックに格納された各コードベクトルごとに定める値に従って位置をシフトさせる量を変化させながら探索する機能を有することを特徴とする音声符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は音声符号化装置に関し、特に音声信号を比較的少ない演算量およびメモリ量

で高品質に符号化する音声符号化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 音声符号化装置は、音声復号化装置と対向して使用され、音声符号化装置で符号化した音声信号を音声復号化装置が復号するものである。ここで、音声信号を高効率に符号化する方法としては、例えば、エム・シュレーダー (M.Schroeder) とビー・アタル (B.Atal) 等がアイイーイーイー・プロシーディングス (IEEE Proc.) ICASSP-85, 1985年、937～940頁にコード・エキサイテッド・リニア・プリディクション：ハイ・クオリティ・スピーチ・アット・ベリー・ロウ・ビット・レイツ (Code-excited linear prediction: High quality speech at very lowbit rates) と題して発表した論文 (文献1) や、クレイジン (Kleijn) 等によるアイイーイーイー・プロシーディングス (IEEE Proc.) ICASSP-88, 1988年、155～158頁にインブループド・スピーチ・クオリティ・アンド・エフィシエント・ベクトル・クオンタイゼーション・イン・エスイーエルピー (Improved speech quality and efficient vector quantization in SELP) と題して発表した論文 (文献2) 等に記載されている CELP (Code Excited Linear Prediction Coding) が知られている。この方法では、送信側では、フレーム毎 (例えば20ms) に音声信号から線形予測 (LPC) 分析を用いて、音声信号のスペクトル特性を表すスペクトルパラメータを抽出し、フレームをさらに複数のサブフレーム (例えば5ms) に分割し、サブフレーム毎に過去の音源信号をもとに適応コードブックにおけるパラメータ (ピッチ周期に対応する遅延パラメータとゲインパラメータ) を抽出し、適応コードブックにより該当のサブフレームの音声信号をピッチ予測し、ピッチ予測して求めた残差信号に対して、音源量子化部では、予め定められた種類の雑音信号からなる音源コードブック (ベクトル量子化コードブック) を格納しており、このコードブックから最適音源コードベクトルを選択し、最適なゲインを計算することにより、音源信号を量子化する。音源コードベクトルの選択の仕方は、選択した雑音信号により合成した信号と、前述の残差信号との誤差電力を最小化するように行う。そして選択されたコードベクトルの種類を表すインデックスとゲインならびに、スペクトルパラメータと適応コードブックのパラメータとをマルチプレクサ部により組み合わせて伝送する。受信側の説明は省略する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の音声符号化装置は、良好な音質を得るためには、ビットレートが8kb/s以上必要であった。これは音源コードブックのビット数としては、例えば5msサブフレーム当たり10ビット以上の大規模なコードブックを必要としていた。このため、音源コードブックの探索や、格納に、多くの演算量や、多くのメモリ量を必要とするといえ問題点が

あった。例えば、5msサブフレームで10ビットのコードブックを考えると、最も単純な2乗距離で探索しても、1秒当たり $1024 \times 40 \times 200 = 8,192,000$ 回の乗算回数を必要とし、また、メモリ量は $1024 \times 40 = 40,240$ ワードを必要とした。一方、演算量やメモリ量を下げるために、ビット数を低減化すると、音質が劣化することになるという問題点も発生することになった。

【0004】上述した従来の音声符号化装置で、良好な符号化音質を得るためにビット数の大きなコードブックが必要な理由としては、信号の位相関係により、音源信号波形はサブフレーム内で色々な位相をとりうる点にある。従って、これら異なる位相を音源コードベクトルのパターンとして表現するためには、ある程度以上大規模なコードブックを必要とした。

【0005】本発明の目的は、上述の問題を解決し、従来方式よりも一層少ない探索演算量とメモリ量とで音質の劣化の少ない音声符号化装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の音声符号化装置は、入力した音声信号からスペクトルパラメータを求めて量子化するスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを用いて前記音声信号の音源信号を予め格納してあるコードブックを探索し量子化して出力する音源量子化部とを有する音声符号化装置において、前記音源量子化部が前記コードブックを探索するときこのコードブックに格納してあるコードベクトルの中の少なくとも一つについて位置をシフトさせながら探索する機能を有する構成である。

【0007】本発明の音声符号化装置は、入力した音声信号からスペクトルパラメータを求めて量子化するスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを用いて前記音声信号の音源信号を予め格納されたコードブックを探索して量子化して出力する音源量子化部とを有する音声符号化装置において、前記音声信号をフレーム単位に聴感重み付けを行った聴感重み付け信号からモードを判別しモード情報を出力するモード判別部と、前記音源量子化部が前記コードブックを探索するとき予め定められたモードではコードブックに格納されたコードベクトルの少なくとも一つについて位置をシフトさせながら探索する機能を有する構成である。

【0008】本発明の音声符号化装置は、入力した音声信号からスペクトルパラメータを求めて量子化するスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを用いて前記音声信号の音源信号を予め格納されたコードブックを探索して量子化して出力する音源量子化部とを有する音声符号化装置において、前記音声信号をフレーム単位に聴感重み付けを行った聴感重み付け信号からモードを判別しモード情報を出力するモード判別部と、前記音源量子化部が前記コードブックを探索するとき前記コードブックに格納されたコードベクトルの少なく

とも一つについて位置をシフトさせる量を前記モード情報に応じて変化させながら探索する機能を有する構成である。

【0009】本発明の音声符号化装置は、入力した音声信号からスペクトルパラメータを求めて量子化するスペクトルパラメータ計算部と、前記スペクトルパラメータを用いて前記音声信号の音源信号を予め格納してあるコードブックを探索し量子化して出力する音源量子化部とを有する音声符号化装置において、前記音源量子化部が前記コードブックを探索するときこのコードブックに格納された各コードベクトルごとに定める値に従って位置をシフトさせる量を変化させながら探索する機能を有する構成である。

【0010】【作用】第1の発明では、音源量子化部において音源コードブックを探索するとき、少なくとも一つのコードベクトルのサンプル位置をシフトさせながら探索する。簡単のために、すべてのコードベクトルをシフトさせながら探索するものとし、コードブック全体のサイズをBビット、このうちシフト量をAビットで表すとすれば、格納すべきコードブックのサイズはBビットではなく、 $B-A$ ビットとなり、格納に必要なメモリを低減化できる。従って、一部のコードベクトルをシフトさせる場合にも、メモリ量を従来の方法よりも低減化できることは明らかである。

【0011】次に音源コードブックの探索法について説明する。探索には例えば自己相関近似法を使用するものとする。この方法では下式の右辺第2項を最大化するような音源コードベクトル $c_k(n)$ を選択する。

【0012】

$$D_k = \sum_{n=0}^{N-1} x^2(n) - \left[\sum_{n=0}^{N-1} d(n) c_k(n) \right]^2 / P_k \quad (1)$$

【0013】ここで

【0014】

$$P_k = \mu_k(0) \nu(0) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \mu_k(i) \nu(i) \quad (2)$$

【0015】である。さらに

【0016】

$$d(n) = \sum_{i=n}^{N-1} x_w(i) h_w(i-n), \quad n=0, \dots, N-1 \quad (3)$$

$$\mu_k(i) = \sum_{n=0}^{N-1-i} c_k(n) c_k(n+1) \quad (4)$$

$$\nu_k(i) = \sum_{n=0}^{N-1-i} h(n) h(n+1) \quad (5)$$

【0017】である。この方法の詳細は、アイ・トランコス(I. Trancoso)等によるアイイーイーイー・プロシーディングス(IEEE Proc.) ICASSP-86, 1986年、2375～2378頁にイフィセント・プロシジャー・フォー・ファインデング・ジ・アブティマム・イノベイション・イ

ン・スタカスティック・コーダーズ (Efficient procedures for finding the optimum innovation in stochastic coders) と題した論文 (文献3) 等を参照できるので、説明は省略する。

【0018】ここで、位相シフトしたコードベクトル成分については、分母の値 P_k は同一であるので計算は不要である。従って、分母の計算に必要な演算量はシフトのビット数 A だけ低減化される。

【0019】第2の発明では、あらかじめ定められた時間区間 (以下フレームと呼ぶ) の入力音声から特徴量を求め、フレームの音声を、複数種類のモードのうちの一つに分類する。以下では、モードの種類は4種類とし、これはモード情報として2ビットで表して伝送するものとする。予め定められたモードの場合に、音源量子化部において、音源コードブックを探索するときに、少なくとも一つのコードベクトルのサンプル位置をシフトさせながら探索する。コードベクトルをシフトさせながら探索する方法を第1の発明と同一である。

【0020】第3の発明では、第2の発明において、モードごとにサンプル位置のシフト量 A を変化させることを特徴とする。例えば、 A は、モード0では0ビット、モード1では5ビット、モード2では4ビット、モード3では3ビットという値をとる。

【0021】第4の発明では、第1の発明の音源量子化部において、音源コードブックを探索するときに、コードベクトルに応じてサンプル位置のシフト量を変化させながら探索する。ただし、コードブック全体のシフト量の合計は一定値、例えば A ビットとする。

【0022】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0023】図1は本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【0024】本発明の第1の実施の形態の音声符号化装置1は、入力した音声信号を予め定める時間長のフレームに分割するフレーム分割回路2と、フレームの音声信号をフレームよりも短い時間長のサブフレームに分割するサブフレーム分割回路3と、フレーム分割回路2の出力する一連のフレームの音声信号を受信し少なくとも1つのサブフレームの音声信号に対してサブフレームの時間長よりも長い窓をかけて音声信号を切り出してスペクトルパラメータを予め定められた次数まで計算するスペクトルパラメータ計算回路4と、線スペクトル対パラメータコードブック (以下LSPコードブックと記す) 6を用いてスペクトルパラメータ計算回路4の計算した予め定めるサブフレームで量子化したLSPパラメータをベクトル量子化するスペクトルパラメータ量子化回路5と、スペクトルパラメータ計算回路4の計算した複数のサブフレームの線形予測係数を受け各サブフレームの音声信号に対して聴感重み付けを行い聴感重み付け信号を

出力する聴感重み付け回路7と、スペクトルパラメータ計算回路4の計算した複数のサブフレームの線形予測係数とスペクトルパラメータ量子化回路5が復元した線形予測係数とを、サブフレームごとに入力し、応答信号を1サブフレーム分計算し減算器8に出力する応答信号計算回路9と、スペクトルパラメータ量子化回路5が復元した線形予測係数を受け、聴感重み付けフィルタのインパルス応答を予め定める点数計算するインパルス応答計算回路10と、出力側から帰還する過去の音源信号と減算器8の出力信号と聴感重み付けフィルタのインパルス応答とを入力しピッチに対応する遅延を求め遅延を表すインデックスを出力する適応コードブック回路11と、音源コードブック13を用いて音源信号を量子化する音源量子化回路12と、ゲインコードブック15からゲインコードベクトルを読みだし最適なゲインコードベクトルを選択し、この選択したゲインコードベクトルを表すインデックスをマルチプレクサ16に出力するゲイン量子化回路14と、ゲイン量子化回路14の出力を入力しインデックスからこれに対応するコードベクトルを読みだし駆動音源信号を求める重み付け信号計算回路17とからなる。

【0025】次に本装置の動作について説明する。

【0026】まず、入力端子から音声信号を入力し、フレーム分割回路2では音声信号をフレーム (例えば10ms) ごとに分割し、サブフレーム分割回路3では、フレームの音声信号をフレームよりも短いサブフレーム (例えば2.5ms) に分割する。スペクトルパラメータ計算回路4では、少なくとも一つのサブフレームの音声信号に対して、サブフレーム長よりも長い窓 (例えば24ms) をかけて音声を切り出してスペクトルパラメータをあらかじめ定められた次数 (例えば $P=10$ 次) 計算する。ここでスペクトルパラメータの計算には、周知のLPC分析や、バーク(Burg)分析等を用いることができる。ここでは、バーク(Burg)分析を用いることとする。バーク(Burg)分析の詳細については、中溝著による”信号解析とシステム同定”と題した単行本 (コロナ社1988年刊) の82~87頁 (文献4) 等に記載されているので説明は省略する。

【0027】さらにスペクトルパラメータ計算回路4では、バーク(Burg)法により計算された線形予測係数 α_i ($i=1, \dots, 10$) 量子化や補間に適したLSPパラメータに変換する。ここで、線形予測係数からLSPへの変換は、菅村他による”線スペクトル対 (LSP) 音声分析合成方式による音声情報圧縮”と題した論文 (電子通信学会論文誌、J64-A、pp.599-606、1981年) (文献5) を参照することができる。例えば、第2、4サブフレームでバーク(Burg)法により求めた線形予測係数を、LSPパラメータに変換し、第1、3サブフレームのLSPを直線補間により求めて、第1、3サブフレームのLSPを逆変換して線形予測係数に戻し、第1~4サブフレ

ームの線形予測係数 $\alpha_{il}(i=1, \dots, 10, l=1, \dots, 5)$ を聴感重み付け回路7に出力する。また、第4サブフレームのLSPをスペクトルパラメータ量子化回路5に出力する。

【0028】スペクトルパラメータ量子化回路5では、LSPレコードブック6を用いてあらかじめ定められたサブフレームのLSPパラメータを効率的にベクトル量子化し、下式の歪みを最小化する量子化値を出力する。

【0029】

$$D_j = \sum_{i=1}^P W(i) [LSP(i) - QLSP(i)]^2 \quad (6)$$

【0030】ここで、LSP(i), QLSP(i), W(i)はそれぞれ、量子化前のi次目のLSP, LSPコードブック6のj番目のコードベクトル、重み係数である。

【0031】以下では、第4サブフレームのLSPパラメータを量子化するものとする。LSPパラメータのベクトル量子化の手法は周知の手法を用いることができる。具体的な方法は例えば、特開平4-171500号公報(文献6)あるいは特開平4-363000号公報(文献7)や、特開平5-6199号公報(文献8)や、ティー・ノムラ(T. Nomura)等によるアイイーイーイー・プロシーディングス、モバイル・マルチメディア・コミュニケーションズ(IEEE Proc. Mobile Multimedia Communications.)1993年、B. 2. 5頁にエルエスピー・コーディング・ユージング・ブイキューーエスピーキューー・ウイズ・インターポレーション・イン・4. 075・ケービービーエス・エム・エルシーイーエルビー・スピーチ・コーダー(LSP Coding Using VQ-SVQ With Interpolation in 4.075 kbps M-LCELP Speech Code r)と題した論文(文献9)等を参照できるのでここでは説明は略する。

【0032】また、スペクトルパラメータ量子化回路5では、第4サブフレームで量子化したLSPパラメータをもとに、第1～第4サブフレームのLSPパラメータ

を復元する。ここでは、現フレームの第4サブフレームの量子化LSPパラメータと1つ過去のフレームの第4サブフレームの量子化LSPを直線補間して、第1～第3サブフレームのLSPを復元する。ここで、量子化前のLSPと量子化後のLSPとの誤差電力を最小化するコードベクトルを1種類選択した後に、直線補間により第1～第4サブフレームのLSPを復元できる。さらに性能を向上させるためには、誤差電力を最小化するコードベクトルを複数候補選択したのちに、各々の候補について、累積歪を評価し、累積歪を最小化する候補と補間LSPの組を選択するようにすることができる。詳細は、例えば、特願平5-8737号明細書(文献10)を参照することができる。

【0033】以上により復元した第1～3サブフレームのLSPと第4サブフレームの量子化LSPをサブフレームごとに線形予測係数 $\alpha'_{il}(i=1, \dots, 10, l=1, \dots, 5)$ に変換し、インパルス応答計算回路10に出力する。また、第4サブフレームの量子化LSPのコードベクトルを表すインデックスをマルチプレクサ16に出力する。聴感重み付け回路7は、スペクトルパラメータ計算回路4から、各サブフレームごとに量子化前の線形予測係数 $\alpha_{il}(i=1, \dots, 10, l=1, \dots, 5)$ を入力し、文献1にもとづき、サブフレームの音声信号に対して聴感重み付けを行い、聴感重み付け信号を出力する。

【0034】応答信号計算回路9は、スペクトルパラメータ計算回路4から、各サブフレームごとに線形予測係数 α_{il} を入力し、スペクトルパラメータ量子化回路5から、量子化、補間して復元した線形予測係数 α'_{il} をサブフレームごとに入力し、保存されているフィルタメモリの値を用いて、入力信号を $d(n)=0$ とした応答信号を1サブフレーム分計算し、減算器8に出力する。ここで、応答信号 $x_z(n)$ は下式で表される。

【0035】

$$x_z(n) = d(n) - \sum_{i=1}^{10} a_i d(n-i) + \sum_{i=1}^{10} a_i \gamma^i y(n-i) + \sum_{i=1}^{10} a'_i \gamma^i x_z(n-i) \quad (7)$$

【0036】但し、 $n-i \leq 0$ のときは

$$y(n-i) = p(N+(n-i)) \quad (8)$$

$$x_z(n-i) = s_w(N+(n-i)) \quad (9)$$

ここでNはサブフレーム長を示す。 γ は、聴感重み付け量を制御する重み係数であり、下記の式(11)と同一の値である。 $s_w(n)$, $p(n)$ は、それぞれ、重み付け信号計算回路17の出力信号、後述の式(11)における右辺第1項のフィルタの分母の項の出力信号をそれぞれ示す。

【0037】減算器8は、下式により、聴感重み付け信

$$H_w(z) = (1 - \sum_{i=1}^{10} a_i z^{-i}) / [(1 - \sum_{i=1}^{10} a_i \gamma^i z^{-i}) \cdot (1 - \sum_{i=1}^{10} a'_i \gamma^i z^{-i})] \quad (11)$$

【0039】適応コードブック回路11では、ゲイン量子化回路14からは過去の音源信号 $v(n)$ を、減算器8からは出力信号 $x'_w(n)$ を、インパルス応答計算回路10か

号から応答信号を1サブフレーム分減算し、 $x'_w(n)$ を適応コードブック回路11に出力する。

$$x'_w(n) = x_w(n) - x_z(n) \quad (10)$$

インパルス応答計算回路10は、z変換が下式で表される聴感重み付けフィルタのインパルス応答 $h_w(n)$ をあらかじめ定められた点数Lだけ計算し、適応コードブック回路11と音源量子化回路12とゲイン量子化回路14とに出力する。

【0038】

らは聴感重み付けインパルス応答 $h_w(n)$ を入力する。ピッチに対応する遅延Tを下式の歪みを最小化するように求め、遅延を表すインデックスをマルチプレクサ16に出

力する。

$$D_T = \sum_{n=0}^{N-1} x'_w(n)^2 - \left[\sum_{n=0}^{N-1} x'_w(n) y_w(n-T) \right]^2 / \left[\sum_{n=0}^{N-1} y_w(n-T)^2 \right] \quad (12)$$

【0041】ここで、

$$y_w(n-T) = v(n-T) * h_w(n) \quad (13)$$

であり、記号*は畳み込み演算を表す。ゲイン β を下式に従い求める。

【0042】

$$\beta = \sum_{n=0}^{N-1} x'_w(n) y_w(n-T) / \sum_{n=0}^{N-1} y_w(n-T)^2 \quad (14)$$

【0043】ここで、女性音や、子供の声に対して、遅延の抽出精度を向上させるために、遅延を整数サンプルではなく、小数サンプル値で求めてもよい。具体的な方法は、例えば、ピー・クルーン(P. Kroon)等によるアイイーイーイー・プロシーディングス(IEEE Proc.) ICASSP-90, 1990年、661~664頁にピッチ・プリディクターズ・ウィズ・ハイ・テンポラル・ソリューション(Pitch predictors with high temporal resolution)と題して発表した論文(文献11)等を参照することができる。

【0044】さらに、適応コードブック回路11では下式に従いピッチ予測を行い、予測残差信号 $e_w(n)$ を音源量子化回路12に出力する。

$$e_w(n) = x'_w(n) - \beta v(n-T) * h_w(n) \quad (15)$$

音源量子化回路12では、作用で述べたように、音源コードブックの探索に特徴がある。

【0045】図2は図1内の音源量子化回路の構成を示すブロック図である。

【0046】以下の説明では、音源コードブック全体の伝送すべきインデックスをBビット、シフト量をAビットとする。

【0047】音源量子化回路12の逆フィルタリング回路18は、適応コードブック予測残差信号 $e_w(n)$ および聴感重み付けインパルス応答 $h_w(n)$ を入力し、下式の計算を行う。

【0048】

$$d(n) = \sum_{l=n}^{N-1} e_w(l) h_w(l-n), n=0, \dots, N-1 \quad (16)$$

【0049】音源コードブック13は、(B-A)ビット

$$D_k = \sum_{n=0}^{N-1} [x_w(n) - \beta'_k v(n-T) * h_w(n) - G'_k c_k(n) * h_w(n)]^2 \quad (21)$$

【0058】ここで、 β'_k 、 G'_k は、ゲインコードブック15に格納された2次元ゲインコードブックにおけるk番目のコードベクトルである。選択されたゲインコードベクトルを表すインデックスをマルチプレクサ16に出力する。

【0059】重み付け信号計算回路17は、スペクトルパラメータ計算回路4の出力パラメータおよびそれぞれのインデックスを入力し、インデックスからそれぞれに対応するコードベクトルを読みだし、まず下式にもとづき駆

【0040】

トのサイズである。自己相関計算回路20は、音源コードベクトル $c_k(n)$ を音源コードブック13から読み出し、下式を用いて自己相関を計算する。この値は、同一のコードベクトルに対して位置をシフトしたコードベクトルについても共通に使用する。

【0050】

$$\mu_k(l) = \sum_{n=0}^{N-1-l} c_k(n) c_k(n+1) \quad (17)$$

【0051】また、下式により、聴感重み付けインパルス応答の自己相関も計算する。

【0052】

$$\nu(l) = \sum_{n=0}^{N-1-l} h_w(n) h_w(n+1) \quad (18)$$

【0053】位置シフト回路19は、下式により、音源コードベクトル $c_k(n)$ の位置を順番にシフトする。

$$c_{k1}(n) = c_k(n+1), l=0, \dots, 2^A-1 \quad (19)$$

ここで、Aはシフト量を表すためのビット数を示す。相互相関計算回路21は、下式に従い相互相関を計算する。

【0054】

$$CC = \sum_{n=0}^{N-1} d(n) c_{k1}(n) \quad (20)$$

【0055】2乗計算回路22は、相互相関CCの2乗を計算する。割算回路23は、 CC^2 と式(2)の P_k との割算結果を最大値判別回路24に出力する。最大値判別回路24は、割算結果の最大を判別し、そのときの音源コードブック13のインデックスとシフト量を加味した合計のインデックスをゲイン量子化回路14に出力する。

【0056】ゲイン量子化回路14は、ゲインコードブック15からゲインコードベクトルを読みだし、選択された音源コードベクトルに対して、下式を最小化するようにゲインコードベクトルを選択する。ここでは、適応コードブックのゲインと音源のゲインの両者を同時にベクトル量子化する例について示す。

【0057】

動音源信号 $v(n)$ を求める。

$$v(n) = \beta'_k v(n-T) + G'_k c_k(n) \quad (22)$$

$v(n)$ は適応コードブック回路11に出力される。

【0060】次に、スペクトルパラメータ計算回路4の出力パラメータおよびスペクトルパラメータ量子化回路5の出力パラメータを用いて下式により、応答信号($s_w(n)$)をサブフレームごとに計算し、応答信号計算回路9に出力する。

【0061】

$$s_w(n) = v(n) - \sum_{i=1}^{10} a_i v(n-i) + \sum_{i=1}^{10} a_i r^i p(n-1) + \sum_{i=1}^{10} a_i r^i s_w(n-1) \quad (23)$$

【0062】以上により、本発明の第1の実施の形態の説明を終える。

【0063】図3は本発明の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【0064】第2の実施の形態である音声符号化装置25が、第1の実施の形態と異なる点は、モード判別回路26を新たに設け、音源量子化回路27の機能の一部を変更した点である。その他の図1と同一の番号を付した構成要素は、図1と同じ動作をするので説明は省略する。

【0065】モード判別回路26は、聴感重み付け回路17からフレーム単位で聴感重み付け信号を受取り、モ

$$P_i = \sum_{n=0}^{N-1} x_{wi}^2(n) \quad (25)$$

$$E_i = P_i - \left[\sum_{n=0}^{N-1} x_{wi}(n) x_{wi}(n-T) \right]^2 / \left[\sum_{n=0}^{N-1} x_{wi}^2(n-T) \right] \quad (26)$$

【0069】ここで、Tは予測ゲインを最大化する最適遅延である。

【0070】つぎに、フレーム平均ピッチ予測ゲインGをあらかじめ定められた複数個のしきい値と比較して複数種類のモードに分類する。モードの個数としては、例えば4を用いることができる。モード判別回路26は、モード判別情報を音源量子化回路27およびマルチプレクサ16に出力する。

【0071】音源量子化回路27は、モード判別情報が予め定められたモードを示す場合に音源コードベクトルをシフトしながら探索する。

【0072】図4は図3内の音源量子化回路の構成を示すブロック図である。音源量子化回路27が音源量子化回路12と異なる点は、位置シフト回路28の機能の一部を変更した点である。その他の図2と同一の番号を付した構成要素は、図2と同じ動作を行うので説明は省略する。

【0073】位置シフト回路28は、モード判別回路26からモード情報を入力し、予め定められたモードの場合に音源コードベクトルの位置のシフトを行うようにする。以後の動作は図2の位置シフト回路19と同一である。以上で第2の発明の説明を終了する。

【0074】図5は本発明の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【0075】第3の実施の形態である音声符号化装置29が、第2の実施の形態と異なる点は、音源量子化回路30の機能の一部を変更した点である。その他の図3と同一の番号を付した構成要素は、図3と同じ動作をするので説明は省略する。

【0076】図6は図5内の音源量子化回路の構成を示

すブロック図である。音源量子化回路30が音源量子化回路27と異なる点は、位置シフト回路31の機能の一部を変更した点である。その他の図2および4と同一の番号を付した構成要素は、図2および4と同じ動作を行うので説明は省略する。

【0066】

$$G = 10 \log_{10} \left[1/L \sum_{i=1}^L (P_i/E_i) \right] \quad (24)$$

【0067】ここで、Lはフレームに含まれるサブフレームの個数である。P_i、E_iはそれぞれ、i番目のサブフレームでの音声パワー、ピッチ予測誤差パワーを示す。

【0068】

すブロック図である。音源量子化回路30が音源量子化回路27と異なる点は、位置シフト回路31の機能の一部を変更した点である。その他の図2および4と同一の番号を付した構成要素は、図2および4と同じ動作を行うので説明は省略する。

【0077】位置シフト回路31は、作用の項で説明したようにモード情報を入力し、モードごとにコードベクトルの位置のシフト量を変化させる。即ち、モードごとに、シフトに要するビット数Aを変化させる。例えば、モード0では0ビット、モード1ではA₁ビット、モード2ではA₂ビット、モード3ではA₃ビットという値をとる。図7は本発明の第4の実施の形態を示すブロック図である。

【0078】第4の実施の形態である音声符号化装置32が、第1の実施の形態と異なる点は、音源量子化回路33の機能の一部を変更した点である。その他の図1と同一の番号を付した構成要素は、図1と同じ動作をするので説明は省略する。

【0079】図8は図7内の音源量子化回路の構成を示すブロック図である。音源量子化回路12が音源量子化回路33と異なる点は、割り当て回路34が、音源コードブック13に格納されたコードベクトルのインデックスに応じて、位置をシフトさせる量を割り当てる。ただし、コードブック全体ではシフト量の合計をAビットとして定めておく。位置シフト回路35は、割り当て回路34からシフト量を入力されると、コードベクトルの位置をシフトさせる。

【0080】以上で本発明の実施例の説明を終える。

【0081】なお、本発明は、上述した実施の形態に限らず、種々の変形が可能である。例えば、音源コードブ

ックは、従来から使用されているような構成でもよいし、複数のパルス列からなる構成でもよい。音源コードブックのコードベクトルは音声信号データを用いてあらかじめ学習して構成してもよい。さらに、モード判別情報を用いて適応コードブック回路、音源コードブックや、ゲインコードブックを切替える構成とすることも可能である。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、音源量子化部が、コードブックを探索するときに、コードブックに格納されたコードベクトルの少なくとも一つについて位置をシフトさせながら探索することにより、また、シフトさせる量をモードごとに変化させることにより、従来の方法と同一のビットレートでも、コードブックの探索に必要な演算量と、コードブックの格納に必要なメモリ量の両者を低減化できるという効果がある。また、この効果はシフトに費やすビット数を増すことにより増大するという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】図1内の音源量子化回路の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図4】図3内の音源量子化回路の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【図6】図5内の音源量子化回路の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態を示すブロック図である。

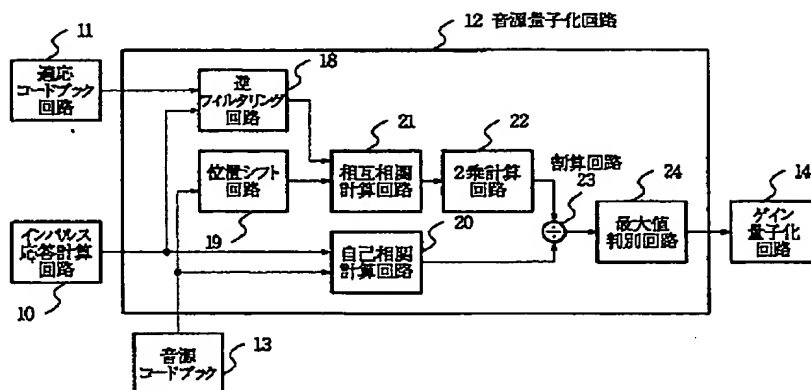
ある。

【図8】図7内の音源量子化回路の構成を示すブロック図である。

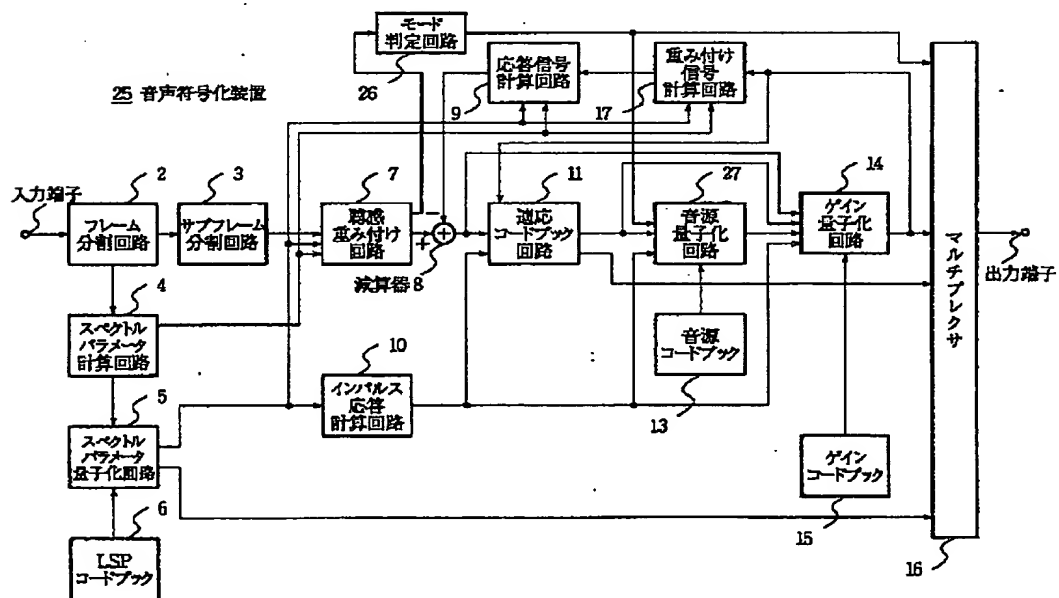
【符号の説明】

- | | |
|----------------|--------------------------------|
| 1, 25, 29, 32 | 音声符号化装置 |
| 2 | フレーム分割回路 |
| 3 | サブフレーム分割回路 |
| 4 | スペクトルパラメータ計算回路 |
| 5 | スペクトルパラメータ量子化回路 |
| 6 | 線スペクトル対パラメータコードブック (LSPコードブック) |
| 7 | 聴感重み付け回路 |
| 8 | 減算器 |
| 9 | 応答信号計算回路 |
| 10 | インパルス応答計算回路 |
| 11 | 適応コードブック回路 |
| 12, 27, 30, 33 | 音源量子化回路 |
| 13 | 音源コードブック |
| 14 | ゲイン量子化回路 |
| 15 | ゲインコードブック |
| 16 | マルチプレクサ |
| 17 | 重み付け信号計算回路 |
| 18 | 逆フィルタリング回路 |
| 19, 28, 31, 35 | 位置シフト回路 |
| 20 | 自己相関計算回路 |
| 21 | 相互相関計算回路 |
| 22 | 2乗計算回路 |
| 23 | 割算回路 |
| 24 | 最大値判別回路 |
| 26 | モード判別回路 |
| 34 | 割り当て回路 |

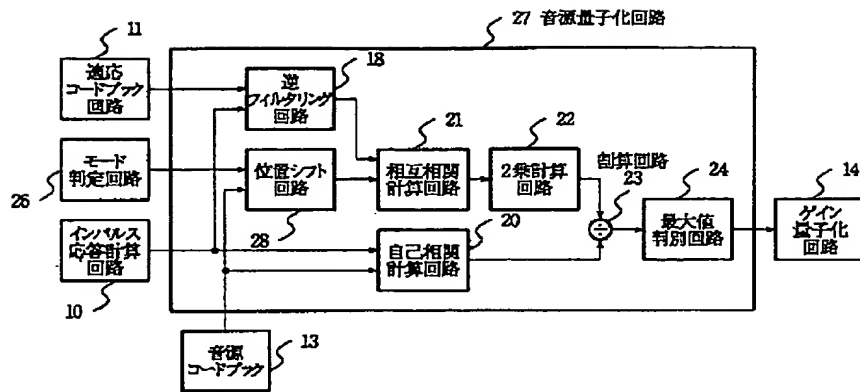
【図2】



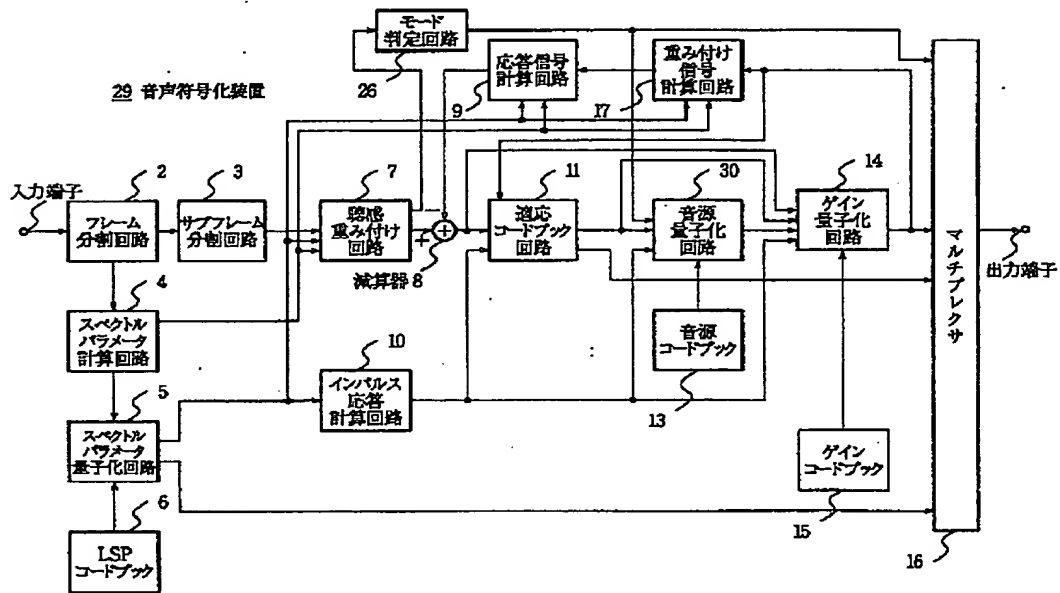
1 音声符号化装置



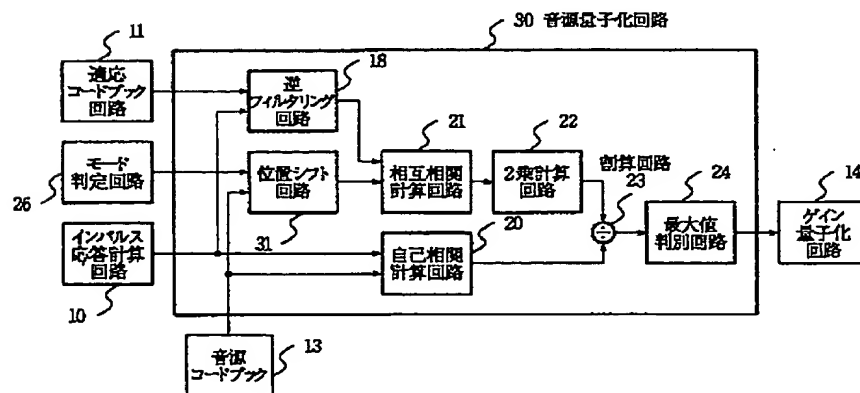
【図4】



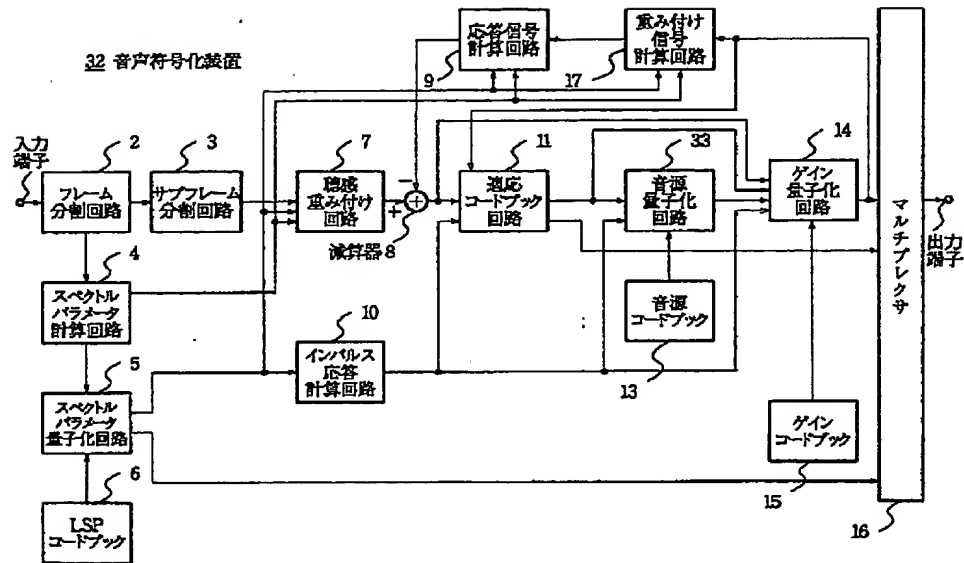
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

